



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2000323383 A**(43) Date of publication of application: **24.11.00**

(51) Int. Cl. **H01L 21/027**
G03F 9/00

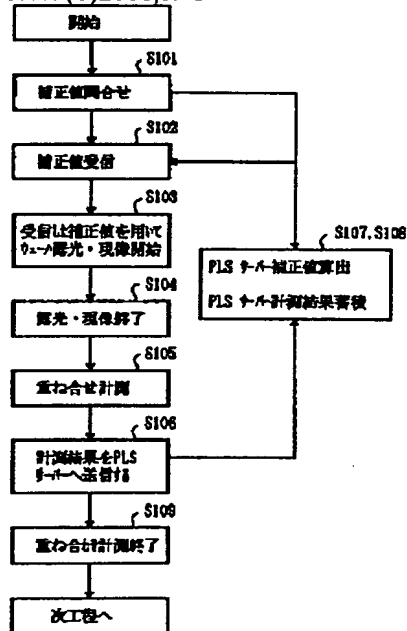
(21) Application number: **11128050**(71) Applicant: **NEC YAMAGATA LTD**(22) Date of filing: **10.05.99**(72) Inventor: **NIRASAWA KATSUMI****(54) MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR DEVICE AND MANUFACTURING DEVICE****(57) Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide the manufacturing method of a semiconductor device, which lessens a superposition error in wafers performed in an exposure treatment and a developing treatment, and moreover, makes it possible to perform an exposure of wafers next to the above wafers using the optimum alignment correction in the short-time treatments of an exposure treatment and a developing treatment of the wafers without making an alignment correction in pilot wafers using the pilot wafers, and the manufacturing device for the semiconductor device.

SOLUTION: A superposition error in wafers is performed in an exposure treatment and a developing treatment is measured (S105), an alignment correction value in the wafers is calculated from the measured superposition error (S107), and an alignment correction in wafers performed in an exposure treatment and a developing treatment following the above wafers is made on the basis of the calculated alignment correction value, the calculated alignment correction values are kept accumulated with at least the conditions at the time when the wafers are exposed (S108), and an alignment correction at the time of an exposure of the following

wafers is made on the basis of the alignment correction value of the conditions common to the conditions of the treatment of the above wafer out of the accumulated alignment correction values (S101, S102 and S103).

COPYRIGHT: (C)2000,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-323383

(P2000-323383A)

(43) 公開日 平成12年11月24日 (2000. 11. 24)

(51) Int.Cl.

識別記号

F I

テマコード* (参考)

H 0 1 L 21/027

H 0 1 L 21/30

5 2 5 W 5 F 0 4 6

G 0 3 F 9/00

G 0 3 F 9/00

H

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平11-128050

(22) 出願日 平成11年5月10日 (1999. 5. 10)

(71) 出願人 390001915

山形日本電気株式会社

山形県山形市北町4丁目12番12号

(72) 発明者 並沢 克己

山形県山形市北町四丁目12番12号 山形日

本電気株式会社内

(74) 代理人 100081433

弁理士 鈴木 章夫

Fターム (参考) 5F046 AA18 BA04 DA02 DA29 DB01

DB05 DB10 DD03 DD06 LA14

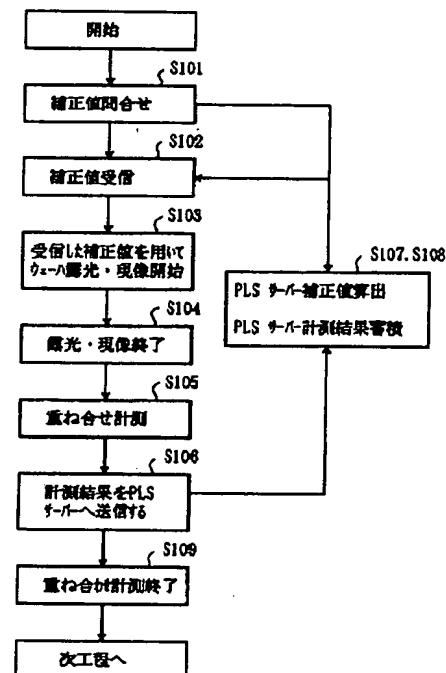
LA18

(54) 【発明の名称】 半導体装置の製造方法及び製造装置

(57) 【要約】

【課題】 パイロットウェーハを用いてのアライメント補正を行うことなく、重ね合わせ誤差が少なく、しかも短時間の処理で最適なアライメント補正による露光を行うことを可能にした半導体装置の製造方法及び製造装置を提供する。

【解決手段】 露光、現像処理されたウェーハでの重ね合わせ誤差を測定し (S105)、測定した重ね合わせ誤差からアライメント補正値を算出し (S107)、算出されたアライメント補正値に基づいて、次に露光、現像処理するウェーハでのアライメント補正を行う製造方法において、前記算出されたアライメント補正値を少なくとも露光した際の条件と共に蓄積しておく (S108)、当該蓄積したアライメント補正値のうち、次に露光、現像処理するウェーハの処理条件と共通する条件のアライメント補正値に基づいて前記次のウェーハの露光時のアライメント補正を行う (S101, S102, S103)。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 露光、現像処理されたウエーハでの重ね合わせ誤差を測定し、測定した重ね合わせ誤差からアライメント補正値を算出し、算出されたアライメント補正値に基づいて、次に露光、現像処理するウエーハでのアライメント補正を行う半導体装置の製造方法において、前記算出されたアライメント補正値を少なくとも露光した際の条件と共に蓄積しておき、当該蓄積したアライメント補正値のうち、次に露光、現像処理するウエーハの処理条件と共通する条件のアライメント補正値に基づいて前記次のウエーハの露光時のアライメント補正を行うことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項2】 前記露光の際の条件として、製造する製品名、処理する工程名、ロットナンバー、ステッパ処理号機をデータとして前記アライメント補正値に対応させて蓄積することを特徴とする請求項1に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項3】 前記蓄積されるアライメント補正値は、複数のウエーハに対する露光、現像、及び重ね合わせ誤差の計測の繰返しに伴って順次更新されることを特徴とする請求項1または2に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項4】 前記アライメント補正値の算出は、位置のシフト成分、ウエーハの伸び、ショット配列の直交度、ショット倍率、及びショットローテーションについて行うことを特徴とする請求項1ないし3のいずれかに記載の半導体装置の製造方法。

【請求項5】 ウエーハに対して露光を行うステッパと、前記ステッパを制御するコントローラと、露光されかつ現像された前記ウエーハの重ね合わせ誤差を計測する重ね合わせ計測機と、前記重ね合わせ計測機で計測された重ね合わせ誤差から算出したアライメント補正値を蓄積するサーバとを備え、前記サーバは少なくともウエーハを露光する際の条件と基に前記アライメント補正値を蓄積し、かつ前記コントローラからの補正値の問い合わせに対して、当該露光対象となるウエーハを露光する際の条件に対応したアライメント補正値を前記コントローラに送信するよう構成したことを特徴とする半導体装置の製造装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は半導体装置の製造方法に関し、特に投影露光装置などの露光装置でのアライメント補正の方法及び装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 半導体装置の製造工程においては、数10回のフォトリソグラフィ工程が行われそれに続いてエッチング工程やドーピング工程が行われてウエーハ内に所望の回路が作り込まれる。前記フォトリソグラフィ工程においては、パターン露光工程を行う都度、ウエーハ上に下地パターンと共に形成されてあるアライメントマークを用いて位置決め（ウエーハアライメント）を行った後に露光機（ステッパ）にて露光を行い、これにより当該露光パターンと下地パターンとの重ね合わせズレの発生を抑制している。ここで、ウエーハアライメントは通常レジストが感光しないように露光光波長より長い波長を用いて行われる。そのために、露光光とアライメントに用いられる波長の光とでは、同じステッパのレンズ系を用いても、レジスト膜や半導体基板上のSiO₂膜などでの結像位置が異なり重ね合わせ誤差が発生する。さらに、アライメントマークに上に半導体製造工程で数層から十数層の成膜やエッチングが行われることにより、アライメント断面形状が非対称になる。アライメントマークの断面形状が非対称になると、アライメント信号も非対称になるため、アライメントマークの位置が真の位置からずれて観測されてしまう。

【0003】 このようなアライメントセンサーでの計測の誤差を解消するために、パイロットウエーハを用いてアライメントセンサーの計測誤差の補正を行う技術が提案されている。図4は、この補正を行うための製造装置（システム構成）を示している。ステッパ102と現像機103とを一体化したステッパインライン現像機101を制御しているマシンコントローラ（以下、M/C）104と、露光・現像後の重ね合わせ誤差を測定する重ね合わせ計測機105と、パイロットウエーハの重ね合わせ誤差を測定するパイロット用重ね合わせ計測機108と、測定した重ね合わせ誤差を送信するターミナルサーバ109と、前記パイロットウエーハの重ね合わせ計測結果を受信して補正値を算出するパイロット補正サーバ110とから成る。これらはローカルエリアネットワーク100（以下、LAN）で結ばれており、また前記M/C104と重ね合わせ計測機105は工場側HOST201と工場LAN200に結ばれている。

【0004】 図5は、図4の製造装置でのアライメント補正の手順を示すフローチャートである。ウエーハは通常キャリアに収容されて露光装置に搬入される。通常、キャリアには25枚程度のウエーハが収容されており、1キャリアで1ロットが組まれる。枚葉式の装置では、通常キャリアの1番下からウエーハを取り出し、処理が終わった後に同一キャリアにウエーハを戻す場合には取り出した位置にウエーハが戻され、別のキャリアにウエーハを収納する場合にはキャリアの上から順番につめていく。まず、ステップS201において、ロットの最初のウエーハをホストから指示のあったスロットから取り出し、パイロットウエーハとしてステッパ102にロードする。続いて、ステップS202では、ステッパ102によりアライメントマークにより補正を行うことなく位置あわせを行い、ステップアンドリピート方式にて露光を行う。次に、ステップS203において現像を

行い、ステップS204において重ね合わせ誤差の測定をパイロット用重ね合わせ計測機108で行う。このステップS204における重ね合わせ誤差の測定は、下地にあらかじめノギスを形成しておき、現像後のフォトレジストパターンとノギスを比較することによって行う。

【0005】次に、ステップS205において、パイロット用重ね合わせ計測機108からパイロット補正サーバー109へ、先のステップS204において求めた重ね合わせ誤差結果をネットワークを介して送信される。次いで、ステップS205において送信された重ね合わせ誤差に基づいて、パイロット補正サーバー110はアライメント補正値を算出する。ステップS206において、パイロット補正サーバー110はM/C104へ算出した補正値を送信する。M/C104は送信された補正値を用いてアライメント補正を行いながら、残りのウエーハに対して露光を行い、さらに現像を行う（ステップS207）。なお、前記パイロットウエーハは、先のステップS207で残りウエーハに露光している間にレジスト剥離をおこない（ステップS210）、次いでレジストが再塗布される（ステップS211）。ステップS211で再塗布されたウエーハはステッパインライン現像機101へ戻り（ステップS208）、ロットの最終ウエーハとして露光される（ステップS209）。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】このようなパイロットウエーハによるアライメント補正を行った場合でも、ロット内のプロセスバラツキは正規分布に近いので、パイロットウエーハとして選択したウエーハがロット中のプロセスバラツキ分布の端のウエーハである可能性があるため、必ずしも重ね合わせ誤差を零、又は零に近い領域に補正することは難しい。例えば、ロット内ウエーハをアライメント補正なしで露光した場合のプロセスバラツキによるアライメント誤差が、平均値 $0\mu\text{m}$ 、標準偏差 $\sigma=0.088\mu\text{m}$ の正規分布である場合、アライメント補正値は $0\mu\text{m}$ が最適であるが、プロセスバラツキのためパイロットウエーハのアライメント誤差が $\pm 0.05\mu\text{m}$ に入らない確率は 0.62 となる。すなわち 62% の確率で $0.05\mu\text{m}$ 以上の重ね合わせ誤差をパイロットウエーハを用いてアライメント補正を行うことにより発生させてしまうことになる。また、従来のアライメント補正方法ではパイロットウエーハを露光、現像することで行っていたため、パイロットウエーハでのアライメント誤差を測定するまでの工程数が多く、アライメント誤差を得るのに長時間を要しているという問題もある。

【0007】本発明の目的は、パイロットウエーハを用いることなく、重ね合わせ誤差が少なく、しかも短時間の処理で最適なアライメント補正値を用いた露光を行うことを可能にした半導体装置の製造方法及び製造装置を提供するものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の製造方法は、露光、現像処理されたウエーハでの重ね合わせ誤差を測定し、測定した重ね合わせ誤差からアライメント補正値を算出し、算出されたアライメント補正値に基づいて、次に露光、現像処理するウエーハでのアライメント補正を行う際に、前記算出されたアライメント補正値を少なくとも露光した際の条件と共に蓄積しておき、当該蓄積したアライメント補正値のうち、次に露光、現像処理するウエーハの処理条件と共通する条件のアライメント補正値に基づいて前記次のウエーハの露光時のアライメント補正を行うことを特徴とする。ここで、前記露光の際の条件として、製造する製品名、処理する工程名、ロットナンバー、ステッパ処理号機をデータとして前記アライメント補正値に対応させて蓄積することが好ましい。

【0009】また、本発明の製造装置は、ウエーハに対して露光を行う露光機と、前記露光機を制御するコントローラと、露光されかつ現像された前記ウエーハの重ね合わせ誤差を計測する重ね合わせ計測機と、前記重ね合わせ計測機で計測された重ね合わせ誤差から算出したアライメント補正値を蓄積するサーバーとを備え、前記サーバーは少なくともウエーハを露光する際の条件に対応させて前記アライメント補正値を蓄積し、かつ前記コントローラからの補正値の問い合わせに対して、当該露光対象となるウエーハを露光する際の条件に対応したアライメント補正値を前記コントローラに送信するよう構成したことを特徴とする。

【0010】すなわち、本発明者が過去のパイロットウエーハによるアライメント補正の統計について検討を行ったところ、製品（半導体装置）の製品名（種類）、露光対象となる処理工程の種類、ロットナンバー、ステッパ処理号機等の処理条件の違う露光処理について、それぞれ固有の重ね合わせ誤差が発生することが確認された。これは、例えば、半導体装置の種類の場合には、種類の違いによって素子配列が異なると露光するパターンが異なるため重ね合わせ誤差は異なる値となるが、同じ種類で素子配列が同一または類似の露光パターンでは重ね合わせ誤差がほぼ一定の値となる。同様に、対象となる処理工程、ロットナンバー、ステッパ処理号機が同一の場合には、ほぼ一定の重ね合わせ誤差が発生することが確認された。そこで、本発明では、半導体装置の種類、処理工程の種類、ロットナンバー、ステッパ処理号機等の、処理条件毎にアライメント補正の補正値を求め、かつこれを蓄積しておき、処理対象となるウエーハに対する処理条件を対比し、一致ないし共通する処理条件のアライメント補正値を選択することで、パイロットウエーハを用いることなく、しかも重ね合わせ誤差の少ないアライメント補正を実現することが可能となる。

【0011】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態について図1を参照して説明する。図1は、本発明方法でのフォトリソグラフィ工程、特にアライメント補正を実施するための製造装置（システム構成）を示している。図4に示した従来システムと同様に、ステッパ102と現像機103を一体化したステッパインライン現像機101を制御しているM/C104と、露光・現像後の重ね合わせ誤差を測定する重ね合わせ計測機105とを有している。これらM/C104と重ね合わせ計測機105は、従来同様に工場LAN200を介して工場側HOST201と結ばれている。また、従来のターミナルサーバに代えて、ここでは前記重ね合わせ計測機105を制御して、計測結果を送信するための計測機コントローラ106と、前記重ね合わせ計測機105での重ね合わせ計測結果を蓄積し補正值を算出するパイロット補正サーバ（以下、PLSサーバ）107とを備えている。前記M/C104、計測機コントローラ106、PLSサーバ107はLAN100で結ばれている。

【0012】以上のシステムにおける半導体製造装置の製造方法、特にフォトリソグラフィ工程を図2のフローチャートを参照して説明する。まず、M/C104はステッパ処理前にPLSサーバ107へアライメント補正值問合せを行う（S101）。このとき、M/C104は処理対象のウエーハに係わるステッパ処理号機、製品名、工程名、ロットナンバー、ステッパ処理日時等のデータをPLSサーバ107へ送信する。PLSサーバ107はこのデータに対応するアライメント補正值を出力し、M/C104はこれを受信する（S102）。なお、このときにはPLSサーバ107には、各データに対応して仮のアライメント補正值を蓄積しておく。この仮のアライメント補正值は、例えば、図4に示した従来方法で得られたデータを利用してもよい。

【0013】そして、M/C104は、受信したアライメント補正值に基づいて所定のロットのウエーハに露光、現像を実行する（S103、S104）。しかる上で、露光、現像処理されたロットを重ね合わせ計測機105にて、指定されたウエーハ枚数に対して、指定された測定ポイントを計測し、この計測から重ね合わせ誤差を計測する（S105）。そして、重ね合わせ計測機105は計測した重ね合わせ誤差を、そのときのステッパ処理号機、製品名、工程名、ロットNo、ステッパ処理日時等のデータと共にLAN100で結ばれたPLSサーバ107へ送信する（S106）。PLSサーバ107は受信された重ね合わせ誤差を前記データと共に蓄積し、かつこれまでに蓄積された重ね合わせ誤差とデータから、各データ毎に各重ね合わせ誤差を平均化する等して、各データ毎のアライメント補正值を算出し（S107）、これを蓄積する（S108）。なお、前記ステップS101～S107を複数ロットにわたって

繰り返すことで、PLSサーバ107に蓄積されるデータ数が増加され、アライメント補正值の信頼性が次第に向上する。

【0014】このように、アライメント補正值の信頼性を向上しながら、再度、ステップS101において、次のロットに対してM/C104はステッパ処理前にPLSサーバ107へアライメント補正值問合せを行う（S101）と、PLSサーバ107は、当該ロットでのステッパ処理号機、製品名、工程名、ロットNo等のデータに対応するアライメント補正值のうちから、過去に処理された同一条件、すなわち同一データのロットの重ね合わせ誤差の結果から算出したアライメント補正值をM/C104へ送信する（S102）。そして、M/C104はPLSサーバ107から受信したアライメント補正值を反映させてステッパインライン現像機101での露光、現像を行う（S103、S104）。この露光・現像終了後、露光・現像されたウエーハは重ね合わせ計測機105にて重ね合わせ計測され、計測結果はデータ蓄積のためにLAN100を介して、PLSサーバ107へ送信されることは前記したとおりであり、これによりPLSサーバ107に蓄積されるアライメント補正值を更新し、その信頼性がさらに高められることになる。

【0015】このように、以前に処理された複数ロットの重ね合わせ誤差のデータとアライメント補正值に基づいて、PLSサーバ107に蓄積されているアライメント補正值を更新しながら、現在の処理対象のロットと同一処理条件（ステッパ処理号機、製品名、工程名、ロットNo等）のアライメント補正值を採用して露光時のアライメント補正を行う。前記したように、本発明者の検討によれば、同じデータの処理条件では、重ね合わせ誤差が近い値となることが確認されているため、過去の同一データでの処理のアライメント補正值を採用することで、プロセスバラツキ分布の中央付近のアライメント補正值を適切に行う可能性が従来に比べ、非常に高くなり、その結果、パイロットウエーハを用いなくとも、重ね合わせ誤差の少ないアライメント補正を実現することが可能となる。

【0016】なお、適切な補正值を算出するために複数のデータを蓄積するが、蓄積するデータ数nは、以下の通り設定可能である。

(1) 製品名、工程名、ステッパ処理号機が同一のロットデータ数nで規定する。この場合、ロット処理されない期間が長くなると過去の古いデータが補正值算出データとして適用される。

(2) 製品名、工程名、ステッパ処理号機が同一のロットデータのステッパ処理日時で規定する。この場合(1)の短所はカバーできるが、ロット処理されない期間が長くなると補正值算出データ数が少なくなり、適切な補正值が算出されない可能性がある。

【0017】ここで、前記ステップS105において、指定された計測枚数、計測点数を計測して重ね合わせ誤差を測定する方法について説明する。図3はその説明図であり、蓄積データ数を5ロット（ロット内測定枚数1枚、ウェーハ内測定ショット数5ショット、ショット内測定5点）とし、その測定ポイントを示している。まず、各々のロット（この場合、各ロットウェーハ1枚）の計測結果より、位置のシフト成分（X、Y各々）、ウェーハの伸び（ウェーハスケールリング）、ウェーハの回転成分（ウェーハローテーション）、ショット配列の直交度（オーソゴナリティー）、ショットの倍率成分（ショットスケールリング）、ショットの回転成分（ショットローテーション）に分解し、それぞれの項目について平均値を計算する。

【0018】各成分については次のように求められる。ここで、 $I=1\sim5$ である。

(a) シフト成分 (μm)

$$X: S_1 X_3 / 5$$

$$Y: S_1 Y_3 / 5$$

(b) ウェーハスケールリング (ppm)

$$WX: (S_4 X_3 - S_2 X_3) \times 10^6 / Lx$$

$$WY: (S_1 Y_3 - S_5 Y_3) \times 10^6 / Ly$$

(c) ウェーハローテーション (ppm)

$$(S_1 X_3 - S_5 X_3 + S_2 Y_3 - S_4 Y_3) \times 10^6 / (Lx + Ly)$$

(d) オーソゴナリティー (ppm)

$$(S_1 X_3 - S_5 X_3 - S_2 Y_3 + S_4 Y_3) \times 10^6 / (Lx + Ly)$$

(e) ショットスケールリング (ppm)

$$SX: ((S_1 X_4 - S_1 X_2) \times 10^6 / Sx) / 5$$

$$SY: ((S_1 X_1 - S_1 X_5) \times 10^6 / Sy) / 5$$

(f) ショットローテーション (ppm)

$$((S_1 X_1 - S_1 X_5 + S_1 Y_2 - S_1 Y_4) \times 10^6 / (Sx + Sy)) / 5$$

【0019】(a)～(f)で求められた各成分値を、各々5ロット算出し、最終的に5ロットの平均値を算出する。計算された結果は、M/Cより補正值問合せがあ

るまで保存される。また、重ね合わせ計測結果が報告される度に、補正值の計算が自動で行われ更新されながら、蓄積される。

【0020】

【発明の効果】以上説明したように本発明は、以前に処理されたウェーハと同じ処理条件で得られるアライメント補正值を蓄積し、次に処理するウェーハの処理条件に照らして共通する処理条件でのアライメント補正值を用いてアライメント補正を行なうので、統計的にプロセスバラツキ分布の中央付近のアライメント補正值での補正を行うことが可能となる。これにより、重ね合わせ誤差が少ない露光が実現できるとともに、パイロットウェーハを用いてのアライメント補正が不要となり、露光作業の高速化、ステッパ稼働率の向上が実現できるという効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の製造方法を実施するためのシステム構成図である。

【図2】本発明の製造方法の手順を示すフローチャートである。

【図3】ウェーハ計測点を説明するための図である。

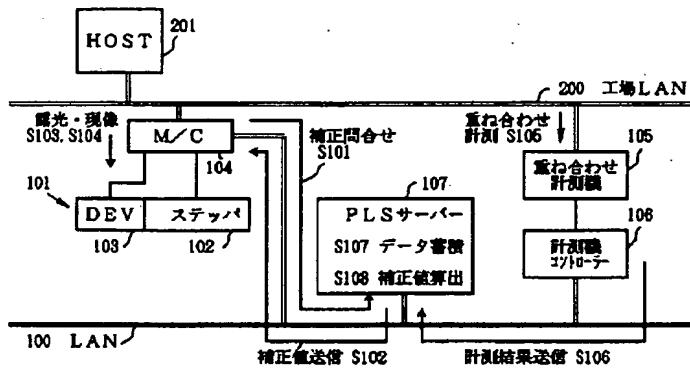
【図4】従来の製造方法を実施するシステム構成図である。

【図5】従来の製造方法の手順を示すフローチャートである。

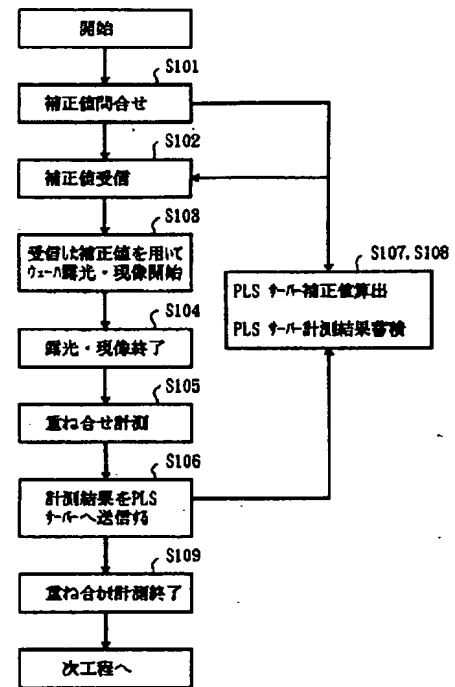
【符号の説明】

- 100 LAN
- 101 ステッパインライン現像機
- 102 ステッパ
- 103 現像機
- 104 マシンコントローラ
- 105 重ね合わせ計測機
- 106 計測機コントローラ
- 107 補正值サーバー (PLSサーバー)
- 200 工場LAN
- 201 HOST

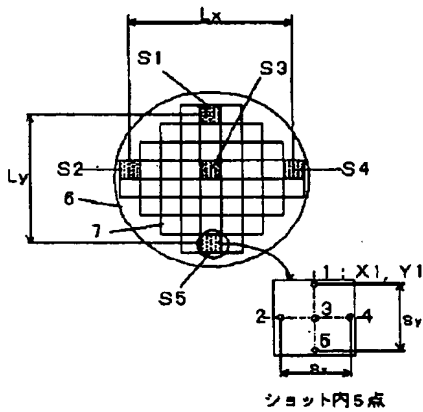
【図1】



【図2】

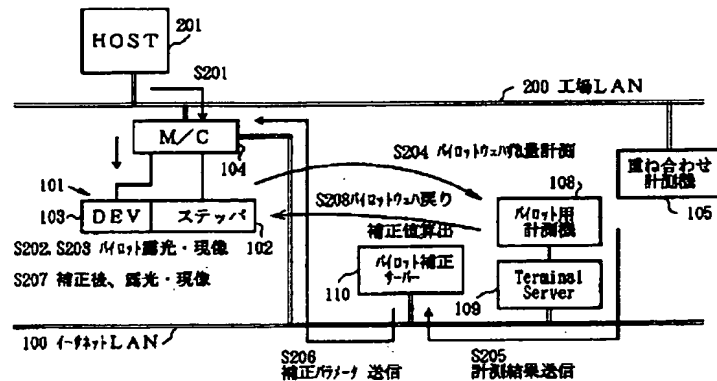


【図3】



測定結果 S[X], S[Y] (X, Y=1~5)
6: ウェハ
7: ショット領域(チップ)

【図4】



【図5】

